

# **FOTOGRAMMETRISKO UN LĀZERSKENERU GRAFISKO DATU PUBLICĒŠANA TO PUBLISH THE GRAPHICAL DATA FROM 3D LASERSCANNING AND PHOTOGRAMMETRIC**

**Māris Kaļinka**

*Atslēgas vārdi: 3D datorgrafika, arhitektūras fotogrammetrija, digitālā fotogrammetrija, 3D lāzerskenēšana*

## **Ievads**

Grafisko lāzerskeneru un fotogrammetrisku datu publicēšana ir aktuāla attīstoties tehnoloģijām un programmatūrām, kas spēj apstrādāt liela daudzuma datus. Šajā rakstā ir aprakstīti varianti, ko ir iespējams iegūt no 3D punktu mākoņa, fotogrammetriskiem datiem, un kā publicēt rezultātus lietotājam pieejamā formātā. 3D punktu mākoņa dati ir liels apjoms informācijas, kas ir iegūts veicot objekta skenēšanu dabā, bet ne vienmēr šāds informācijas daudzums ir nepieciešams un izmantojams.

## **1.Datu publicitātes uzstādījumi**

Datu publicēšana ir saistīta ar datu pieejamību un izmantošanas iespējām dažādiem mērķiem. Pie objektu dokumentēšanas ar dažādām metodēm, rodas arī ļoti daudz informācijas, kuru ir iespējams izmantot dažādiem mērķiem pielietojumiem. Dokumentējot objektus ar mērķi iegūt ģeometrisko informāciju un pielietojot fotogrammetrisku un lāzerskenēšanas metodes, tiek iegūti sekojoša veida dati:

- 3D punktu kopa,
- Vektora dati,
- Attēlu stereo pāru ainas,
- Kūļa attēlu apstrādes datubāze,
- Atsevišķu attēlu datubāze,
- 3D lāzerskeneru punktu kopa,
- 3D lāzerskeneru attēlu datubāze.

Tāpat dokumentēšanas rezultātā tiek iegūta arī tekstuāla informatīvā informācija, kas sniedz priekšstatu par objektu un tā ģeometriskām un vēsturiskām īpašībām.

Apkopojot informāciju un veicot tā apstrādi tiek iegūts ļoti dažāda veida informācija un datu formāti kādā tie tiek attēloti.

Apstrādes rezultātā iegūtā informācija:

- 3D modelis,
- Ortofoto,
- 3D objekta punktu koordinātas,
- Attēlu datubāze,
- Vertikālie un horizontālie plāni,
- Griezumi,
- 3D lāzerskeneru punktu kopa,
- Virsmas modeļi.

Papildus iepriekš minētiem apstrādes rezultātiem, tiek iegūti arī dažāda veida projekti, kas satur gan projekta informāciju, gan arī rekonstrukcijas vajadzībām esošu informāciju. Tāpat ir pieejama arī vēsturiska informācija, kas radīta agrākos laika momentos.

Visa veida informācija varbūt pieejama divu veida datu formātos, t.i. papīra un digitālā. Digitālā informācijas datu formāts pārsvarā ir atkarīga no datu apstrādes programmatūras un tās varbūt visdažādākās (grafiskās programmas, attēlu apstrādes programmas un specializētās fotogrammetrijas un lāzerskenēšanas programmas). Līdz ar to nepieciešams datu formāts, lai informācija būtu redzama arī bez specializētām dārgāk programmatūrām, bet lai būtu pieejama plaši pieejamas datu formāti. Tie būtu uz web aplikācijām balstīti datu formāti vai Acrobat reader datu formāti. Lai varētu attēlot datus, kas parādīti iepriekš dotā shēmā, labāk saprotamus un pieejamākus plašākai sabiedrībai nepieciešams tos strukturizēt un publicēt web.

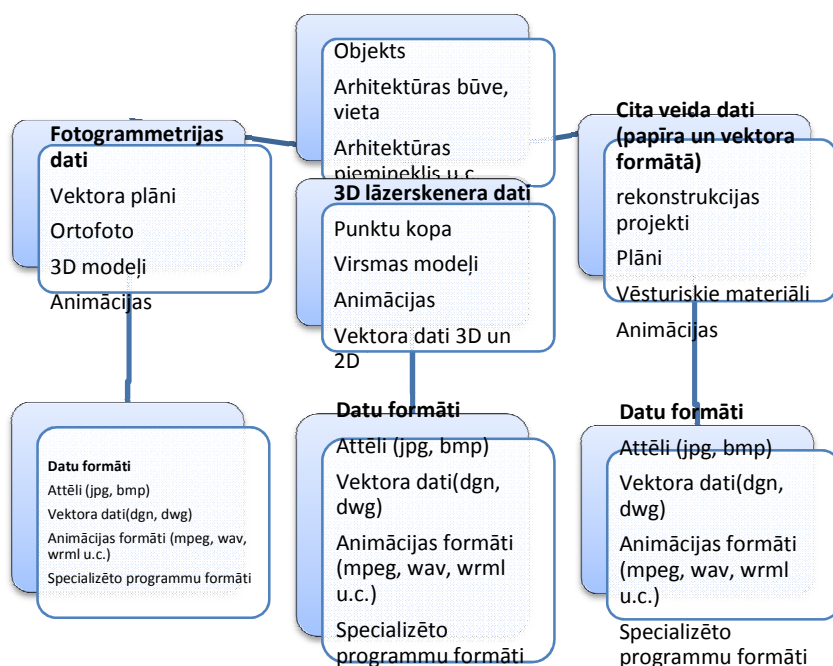
Galvenie jautājumi, kas jāatrisina datubāzei, kas veic datu strukturizēšanu:

- Metadatu formāts un vadība,
- Dokumentēšanas rezultātu publicēšanas formāts,
- Saites nodrošināšana starp datubāzi, metadatiem, publicēšanas un glabāšanas(oriģinālo) formātu,
- Ekonomiski izdevīgs programrisinājums,

- Piekļūšana oriģināliem failiem,
- Attālinātai datu piekļuvei,
- Datu ātra apskatīšana,
- Izdrukas iespējas,
- Datu pārsūtīšanas iespējas,
- Datu aktualizēšanas iespējas.

Cits ne mazāk svarīgs jautājums ir lietotāji, kas pārstāv dažāda veida nozares un ir dažāda veida novirziena eksperti, kas ne vienmēr ir profesionāļi CAD, 3D datu apstrādes vai citas programmatūras speciālisti:

- Profesionālās nozares lietotāji – lietotāji, kas prot strādāt ar profesionālām programmatūrām, spēj sagatavot un ievietot informāciju,
- Nozares eksperti un analītiķi-speciālisti, kas ne vienmēr prot strādāt ar grafiskām programmatūrām un orientēties failu sistēmā,
- Interesenti – lietotāji, kas ieskatās un iegūst informāciju, bet nav nepieciešams informāciju lietot.



1.attēls Grafisko datu publicēšanas shēma

## **2. Digitālie datu formāti un to konvertēšanas iespējas**

Dokumentēšanas rezultātā ir iespējami ļoti dažādi datu formāti, kas satur gan vektora veida informāciju, gan rastra attēla informāciju. (Skatīt 1. attēlu)

### **2.2. 3D lāzerskeneru dati**

3D lāzerskaneru datu formāti pārsvarā gadījuma ir specifiski ražotāju formāti, kas satur no lāzerskeneru mērījumiem iegūto informāciju, kas ir *punkta mākoņa* vai izkliedētu datu kopas formātā[4]. Šādi datu formāti satur sekojošu informāciju:

- Uzmērītā punkta koordinātas x,y,z,
- Uzmērītā punkta intensitātes krāsas numurus, kas ir izteiktas dažādi, piemēram RGB.

Šāda veida datu formāti ir apjomīgi pēc failu izmēriem un ir nepieciešamas speciāls ražotāju programmatūras, lai spētu informāciju apstrādāt un apskatīt. Pārsvarā gadījuma arī ražotāju programmatūras vai trešo pušu radītās programmatūras piedāvā veikt datu publicēšanu savu programmatūru vidē. Kā piemēram Leica Geosystems piedāvā datus publicēt ar Leica TruView & Cyclone PUBLISHER, kas nodroši datu attēlošanu WEB vidē un pieejamu lietotājam ērtā veidā, kā arī nodrošina minimālas manipulēšanas darbības kā attālumu mērīšanu starp punktiem.

### **2.3. Digitālās fotogrammetrijas dati**

Digitālās fotogrammetrijas rezultāti var tikt izteikti vairākos formātos, kas satur attēla informāciju, kameru kalibrācijas informāciju, kūļa izlīdzināšanas informāciju, vektora rasējuma vai 3d virsmas modeļa informāciju. Šie datu formāti līdzīgi, kā iepriekšējie var būt salīdzinoši mazāki, bet tomēr apjomīgi pēc failu izmēriem.

Attēlu datu formāti ir:

- Jpg,
- Bmp,
- Tiff.

CAD datu formāti ir:

- Dwg,
- Dgn,
- Dxf.

### 2.3. Apstrādes rezultātā iegūtie datu formāti

Dažādu veida datu apstrādes rezultātā, t.i. lāzerskeneru un fotogrammetrisko datu rezultātā tiek iegūti dažāda veida datu formātu rezultāti. Šo datu formāti ir iespējami dažādi atkarībā kādā datu apstrādes programmatūrā rezultāts ir radīts un kāds ir rezultāta faila izmēri. Iespējamie populārākie failu formāti Leica Cyclone programmatūrai ir[6]:

- Autocad DXF - ,dxf,
- Binārais punktu mākoņa PTZ formāts- .ptz,
- Land xml formāts - .xml,
- Punktu koordinātu saraksts - .xyz,
- Text mesh formāts - .msh,
- u.c.

Katrs no šiem failu formātiem nodrošina kādu no datu formātiem izlādēt (vektora dati, punktu dati, virsmas modeļa dati vai citi).

Līdzīga situācija ir ar trešās puses ražotāju produktiem, kas nodrošina punkta mākoņa datu analīzi kā piemēram Geomatics Studio [4]. Iespējamie populārākie datu formāti ir:

- Wrp,
- Wrml,
- Dxf,
- Iges,
- Uc.

Arī šās programmatūras palīdzību eksporta faili nodrošina darbību ar konkrētas programmatūras analizēto datu kopu, bet nenodrošina datu savietojamību.

Izanalizējot dažāda veida datu formātus var secināt, ka priekš CAD lietotājiem ir jāatrod datu formāts, kas neprasītu lielu datu apjomus un būtu savietojams ar vairākām programmatūrām. Tas nozīmē, ka ir jāatrod arī datu apmaiņas formāts.

#### **2.4. Tehnoloģiskais risinājums uz datu apmaiņu 3D punkta mākoņa datiem**

Veicot datu apstrādi ar dažādākām programmatūrām priekš CAD programmatūras ir jāatrod formāts, kas spēj ātri un neprasot lieku datu konvertēšanu darboties CAD vidē. Iespējamie formāti ir no punkta mākoņa formāta nonākt vektora formātā, kas satur kādu no vektora elementu īpašībām. Tie būtu:

- Līnijas,
- Spline,
- Mesh,
- Smartsurface (BSPLINE SURFACE),
- u.c.

Pieņemot, ka punktu mākonis ir izsvaidīta punkta kopa, tad tās pārvēršana kādā no vektora formātiem ir iespējami sekojoši:

- radīt virsmas modeli,
- radīt BSPLINE vai NURBE līknes,
- radīt 3D vektora elementus.

Izejot no iespējamiem aprakstiem virsmas modeļa radīšanā ir veikt punkta mākoņa aproksimēšanu pēc BSPLINE NURBE līnijām, izmantojot BSPLINE aproksimāciju pēc liela punkta daudzuma izmantojot Bspline vienādojumu[5]:

$$P(t) = \sum_{i=1}^m P_i B_i(t), \quad (1)$$

kur  $P_i$ - kontrolpunkti.

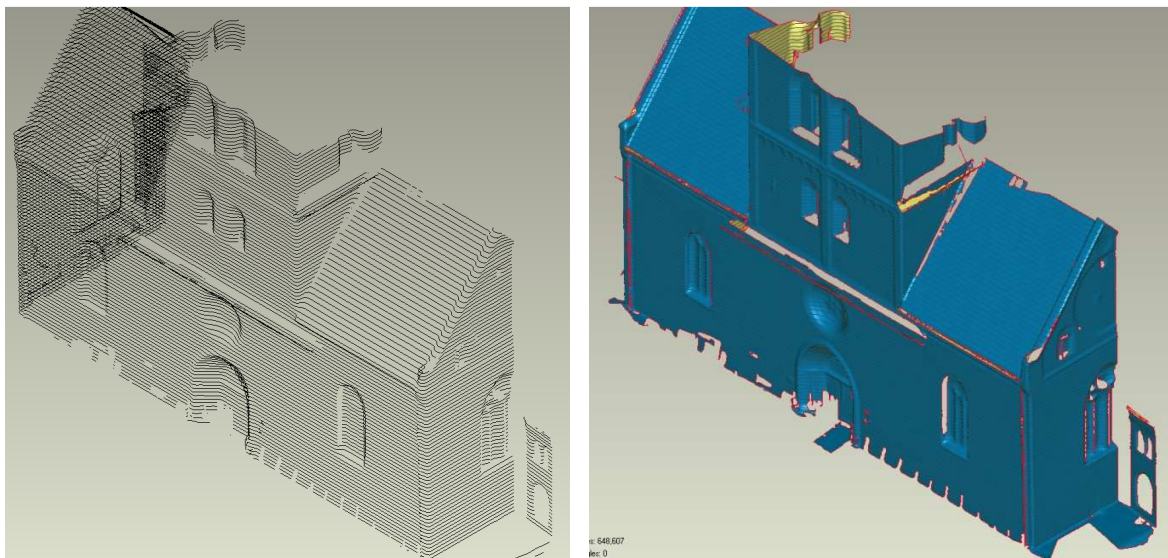
Izmatojot iepriekšminēto vienādojumu ir nepieciešams atrast kontrolpunktus tādus, kas minimāli atšķiras no izkļiedētā punkta atrašanās vietas[5].

$$f = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n d^2(P(t), X_k + \lambda f_s), \text{ kur} \quad (2)$$

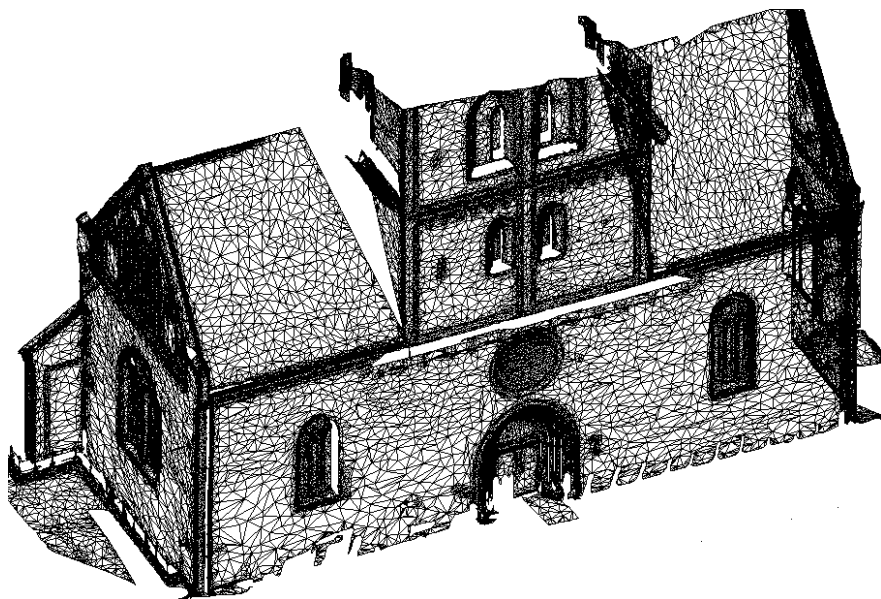
$d(P(t), X_k) = \min_t \| p(t) - X_k \|$  - datu punkta  $X_k$  attālums līdz līknei  $P(t)$

$\lambda$  – pozitīva konstanta vērtība svāra  $f_s$  modulēšanai.

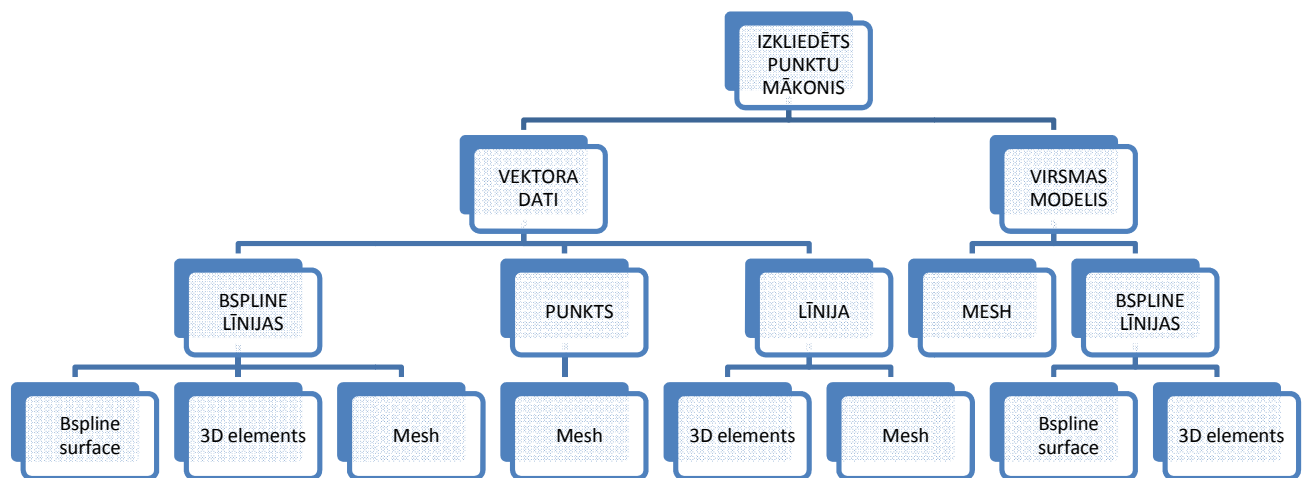
Bspline līknes ir iespējams izmantot gan virsmas modeļa radīšanai, pielietojot BSPLINE virsotnes kā kontrolpunktus priekš trijstūru ģenerēšanas, gan arī BSPLINE izmantošanu kā vektora elementu CAD grafiskajās programmās, kur šos elementus ir iespējams pārvērst gan kā mesh, gan kā smartsurface (BSPLINE surface) vai solid tipa telpiskajos elementos.



**2.attēls Rīgas Doma baznīcas austrumu ieeja Bspline līniju un Mesh formātā veidoti ar Geomagic Studio WRML formātā**



3.attēls Rīgas Doma baznīcas austrumu ieeja Mesh wireframe Microstation XM

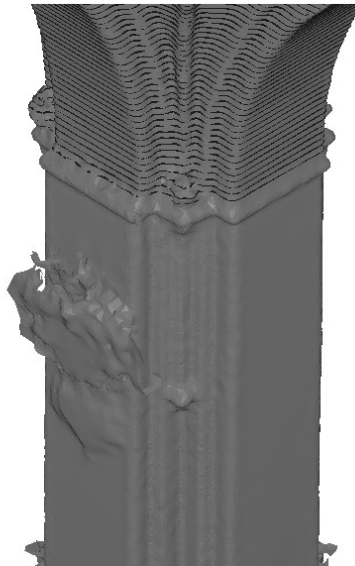


4. attēls Virsmas un 3D modeļa ģenerēšana, izmantojot Geomagic Studio, Bentley un Leica Cyclone programmatūru

## 2.5.Rezultātu precizitāte

Rezultātu precizitāte ir atkarīga no vairākiem faktoriem:

- Uzmērīšanas precizitātes ar 3D lāzerskenneri,
- Virsmas modeļa ģenerēšanas precizitāte,
- BSpline līnijas ģenerēšanas algoritma precizitātes,
- 3D objekta radīšanas precizitāte.



**5.attēls Rīgas doma baznīcas kolonna 3D mesh un B-spline attēlojumā Microstation XM  
vidē**

### 3. Digitālās fotogrammetrijas un 3D lāzerskeneru datu apvienojums

Dažādu dokumentēšanas metožu rezultātā iegūtā informācija ļauj uzlabot sekojošas objekta dokumentēšanas īpašības:

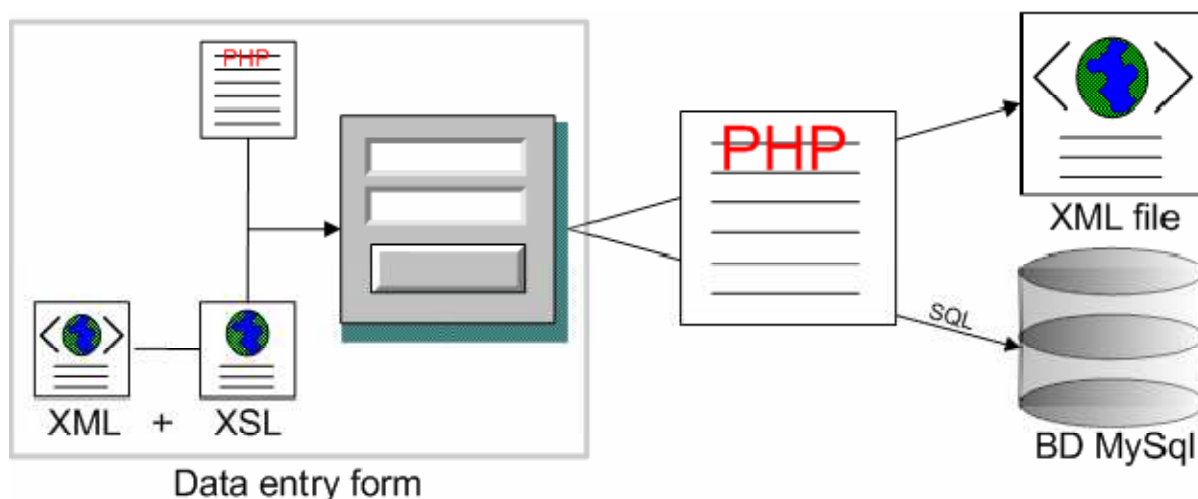
- Precīzs virsmas modelis 3D vidē,
- Augsta vizualitātes pakāpe 3D vidē.

Abas iepriekšminētās īpašības ļauj objektu vieglāk uztvert telpiski un vienlaicīgi sniedz par objektu sekojošu informāciju:

- Ģeometriskā informācija,
- Tekstūras informācija,
- Informatīvā informācija.

### 4. Datubāzes modelis

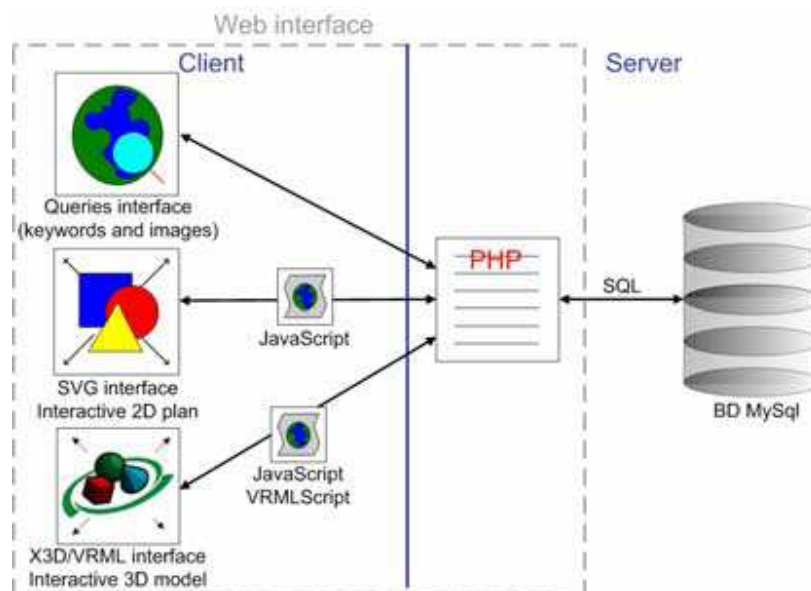
Ievērtējot visus datu formātus, kādus vajag aptvert datubāzei ir iespējami vairāki varianti kā rezultātus caur interneta aplikācijām padarīt publiski pieejamus. Viens no variantiem ir publicitāti veidot, izmantojot XML failus un kādu no datubāzēm (MySQL, Oracle, Postgree u.c.). Viens no modeļiem 2006.gadā ir publicēts 7 starptautiskajā simpozijā par Virtuālo realitāti, Arheoloģiju un Kultūras mantojumu. [1]



6.attēls Datu attēlošanas shēma [1]

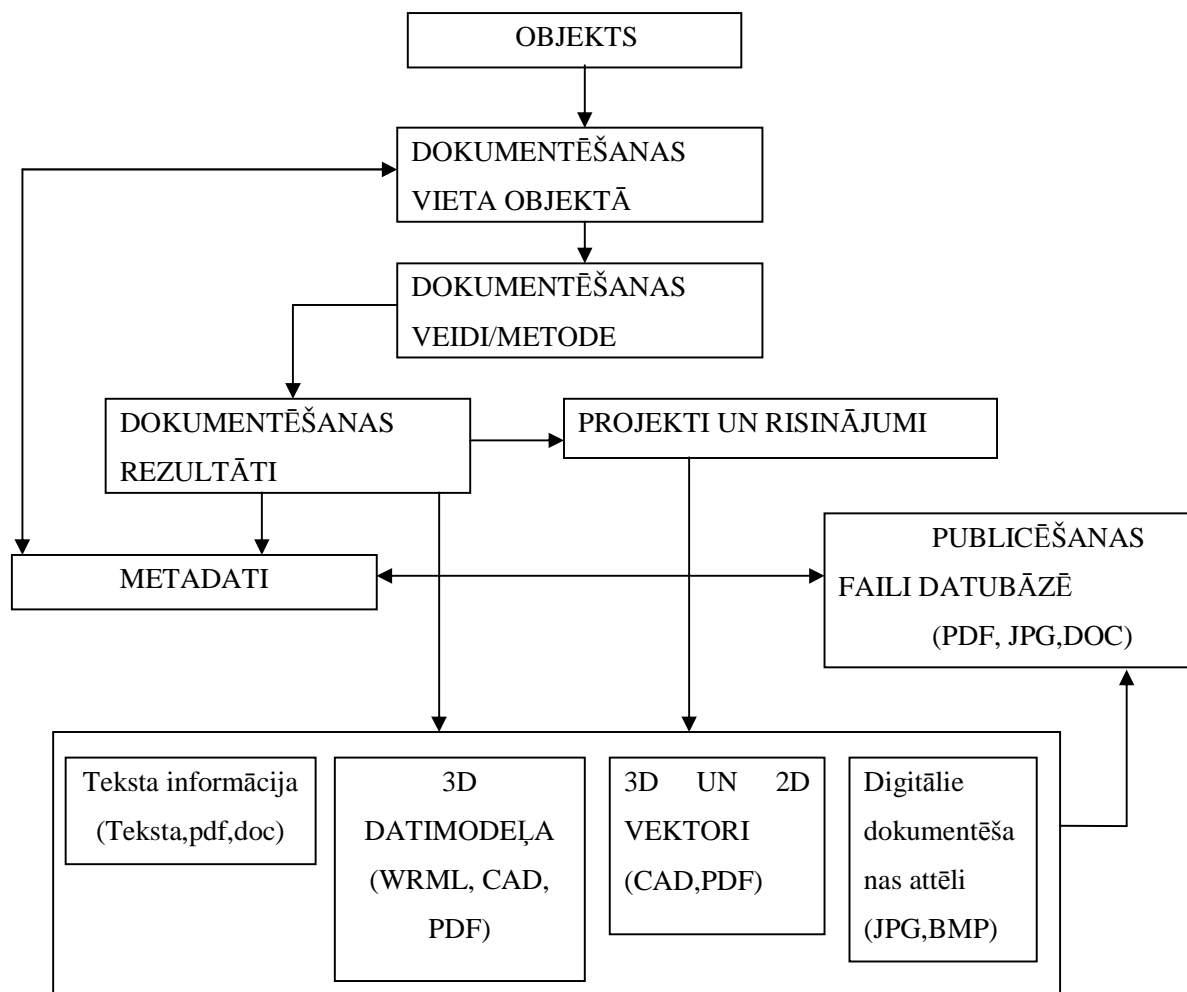
Datu bāze uzglabā dažādu datu tipu datus[1]:

- Tekstuālie dati,
- Dažāda veida plāni, kas ir digitizēti (kartes, plāni, griezum),
- Digitālie fotoattēli(ietverot arī vēsturiskos),
- Skanēti zīmējumi,
- Skanēti apraksti,
- Vektora rasējumi (SVG, PDF),
- 3D modeļi (VRML, X3D),
- Dažāda veida tekstuāla informācija par objektiem.



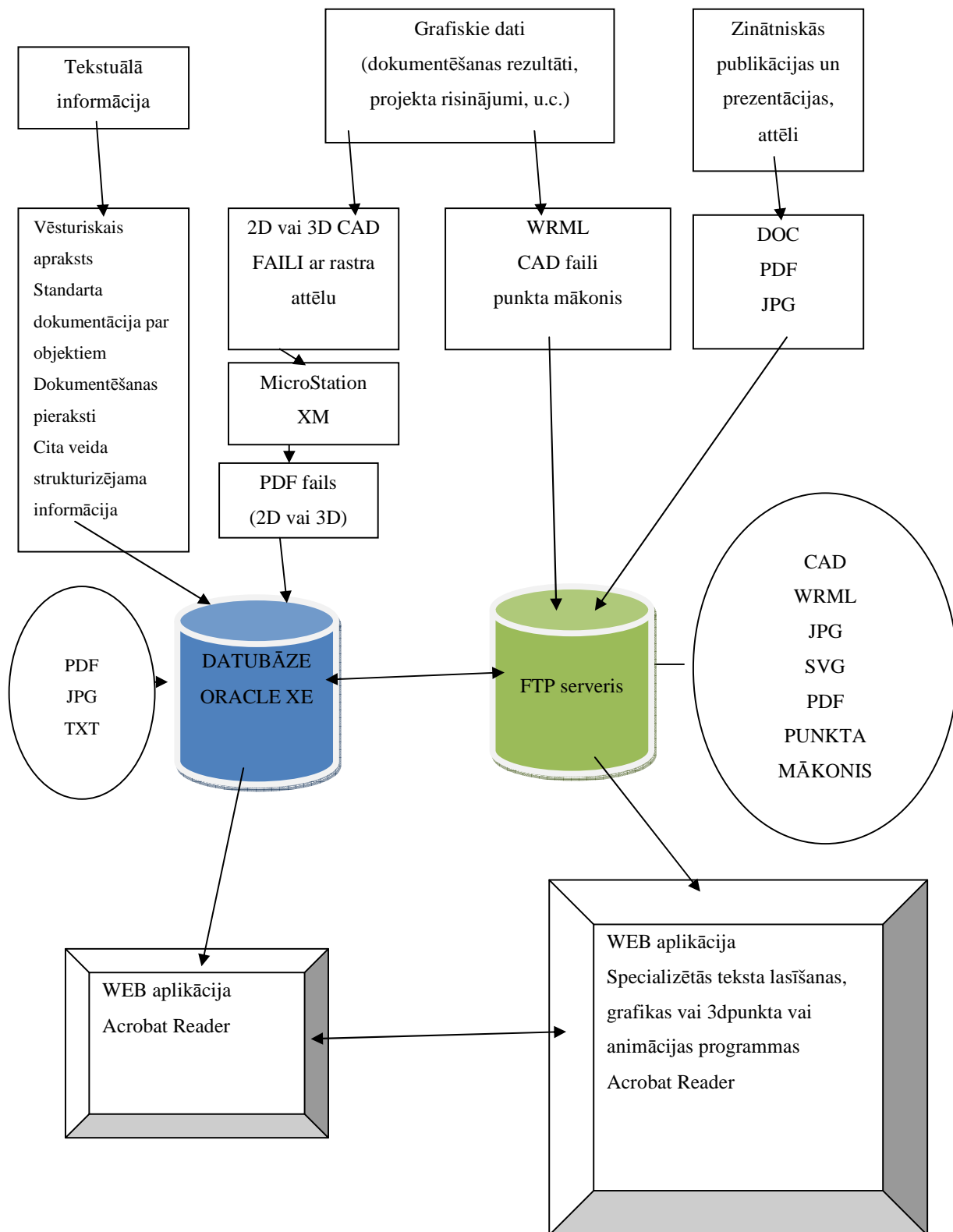
7.attēls Datu tipi datu publicēšanai [1]

Ievērtējot, ka datubāzēm var būt dažādi lietotāji un dažāda veida finansējums, tad datubāzes ir jārada pēc iespējas vienkāršākas un pēc iespējas izmantojot mazāk starpprogrammatūras, kas bieži sadārdzina visu projektu. Viens no tādiem risinājumiem ir izmantoto atvērtā koda programmatūras un bezmaksas pieejamus publicitātes risinājumus. Viens no populārākiem bezmaksas publicitātes risinājumiem ir Acrobat faila formāts .pdf, kurus ir iespējams ģenerēt, izmantojot gan CAD programmatūras, gan teksta rediģēšanas programmatūras. Piemēram, izmantojot Bentley standartprogrammatūru MicroStation XM, iespējams panākt, ka PDF failā gan 2D, gan 3D pielikt Engineering linku uz citu dokumentu, kas ir vai nu saglabāts datubāzē, vai tiek glabāts uz servera un sasaisti nodrošina ar FTP saiti[2].



**8. attēls Dokumentēšanas rezultātā iegūtie datu formāti**

Datubāzes modelis 9. attēlā dod iespēju datus apskatīt un ievietot gan attiecīgās nozares profesionālim, ekspertam ar specifiskām zināšanām un tāpat arī bez specifiskām zināšanām. Tāpat pielietojot internetpārlūkprogrammatūru aplikācijas jebkuram lietotājam ir iespējams iepazīties ar objekta vēsturi, dokumentēšanu un prezentācijām un publikācijām.



9.attēls Datu ievietošanas, glabāšanas un attēlošanas modelis

## **Pateicība**

Īpaša pateicība SIA Mikrokods un Geomagic Studio programmatūras ražotājiem par sadarbību modeļa idejas domāšanā un testēšanā.

Šis darbs izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu Nacionālās programmas „Atbalsts doktorantūras programmatūras īstenošanai un pēcdoktorantūras pētījumiem” projekta „Atbalsts RTU doktorantūras attīstībai” ietvaros”.

## **Literatūra**

1. Intra –site Level Cultural Heritage Documentation: Combination of Survey, Modeling and ImageryData in a Web Information System Elise Meyer, Pierre Grussenmeyer, Jean-Pierre Perrin, Anne Durand, Pierre Drap The 7th International Symposium on Virtual Reality, Archeology and Cultural Heritage
2. [www.bentley.com](http://www.bentley.com)
3. Hanke, K., Oberschneider, M., 2002. The Medieval Fortress Kufstein, Austria - An Example for the Restitution and Visualization of Cultural Heritage. In: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. (34) 5, pp. 530-533.
4. Wenping Wang, Helmut Pottmann, Yang Liu Fitting B-Spline Curves to Point Clouds by Distance Minimization. Department of Computer Science, The University of Hong Kong, Hong Kong SAR, China. Geometric Modeling and Industrial Geometry, Vienna University of Technology, Austria 2004
5. <http://www.geomagic.com/en/>

**Māris Kaļinka**, postdoctoral studiest, lector of the Department of Geomatics  
Riga Technical university Department of Geomatics  
Address: Azenes iela 16, LV 1048, Latvia  
Phone: +371 7089263, Fax: +371 7089263

#### **KAĻINKA M. GRAFISKO LĀZERSKENERU UN FOTOGRAMMETRISKO DATU PUBLICĒŠANA**

*Apraksta mērķis ir sniegt informāciju par 3D punktu mākoņa datiem un to publicēšanas iespējamību savietojamībā ar dažādiem dokumentēšanas ceļā iegūto informāciju. 3D punktu mākoņu apstrādes jautājumi ir ļoti aktuāli un tas ir jauns tehnoloģijas virziens Latvijā. Rakstā tiek diskutēts par publicēšanas iespējām, izmantojot pieejamākās programmatūras un pielietošanas sfēras. Raksts ir orientēts uz datubāzēm, kuru lietotāji ir no dažādām sfērām. CAD programmatūras ir visplašāk pielietotās grafiskās programmatūra, kas būtu piemērojama grafiskās informācijas attēlošanā. Otra tēma, kas ir apskatīta ir virsmas izveide no punkta mākoņa un tā apskate 3D vidē, izmantojot Acrobat Reader un MicroStation programmatūru.*

#### **KAĻINKA M. TO PUBLISH IN DATABASES THE GRAPHICAL DATA FROM 3D LASERSCANNING AND PHOTOGRAMMETRICAL INFORMATION**

*The abstract give information about process of the 3D point cloud and publications in WEB applications connecting with other materials in documentation process. The 3D point cloud is actual and new views of use the technologies. Abstract discuss possibilities to publish the 3D results to use the accessible software and field of the interests. Abstract give the information of the databases for collection the information from different documentation fields. CAD software are most popular graphical software for viewing and processing the graphical information. The second view in this abstract is surface model generation from 3D point cloud and publish its to use Acrobat Reader and MicroStation software.*

#### **KAĻINKA M. ПУБЛИКАЦИЯ В БАЗ ДАННИХ ИНФОРМАЦИЙ ГРАФИТЕСКОЕ ЗД ЛАЗЕР И ФОТОГРАММЕТРИЙ**

*Цель описания – представить информацию о облаке 3Д точек, также о возможности публикацию в совместимости с различными данными документирования. Вопрос обработки облаков 3Д точек очень актуальная и это новое технологическое направления в Латвии. В статье идет речь о возможности опубликования WEB, использования доступные сферы программы. Статье предназначена для баз данных пользоатели которых принадлежат разным родам деятельностью. CAD – чаще всево испльзуемая программа которая приемлема для изобретения графитескую информацию. Еще одна тема которая рассматриветсе – создание поверности и ее обзор в 3Д сфере используя Acrobat Reader MicroStation.*